

## 3.5. Árboles Rojos-Negros

### DEFINICIÓN Y PROPIEDADES

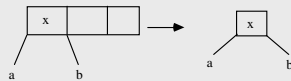
- ✦ Un árbol Rojo-Negro es una representación en árbol binario de un árbol 2-3-4. Los hijos de un nodo en un árbol Rojo-Negro son de dos tipos: Rojos y Negros. Si el hijo ya existía en el árbol 2-3-4 original será Negro, sino será Rojo
- ✦ Propiedades
  - es un árbol binario de búsqueda
  - cada camino desde la raíz hasta las hojas tiene el mismo número de hijos negros (esto es debido a que todos los nodos externos en un árbol 2-3-4 están en el mismo nivel y los hijos negros representan los hijos originales)
  - ningún camino desde la raíz a las hojas tiene dos o más hijos rojos consecutivos

1

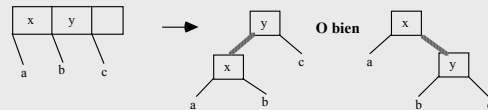
## 3.5. Árboles Rojos-Negros

### REPRESENTACIÓN (I)

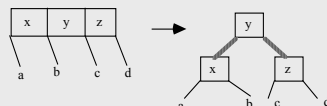
- ✦ Un 2-nodo será representado por un nodo  $q$  con sus dos hijos de color Negro



- ✦ Un 3-nodo será representado por dos nodos conectados con un puntero Rojo



- ✦ Un 4-nodo será representado por tres nodos, uno de los cuales es conectado a los otros dos por punteros Rojos

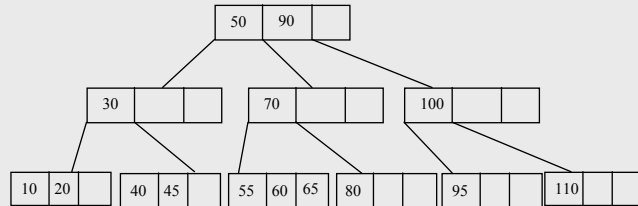


2

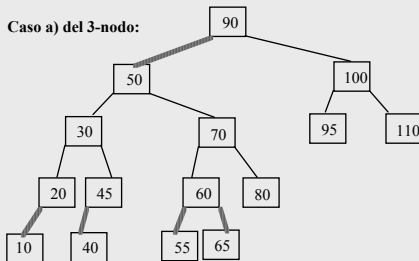
## 3.5. Árboles Rojos-Negros

### REPRESENTACIÓN (II)

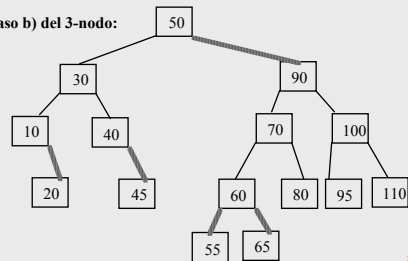
✦ Ejemplo: representación de un árbol 2-3-4 como árbol Rojo-Negro



Caso a) del 3-nodo:



Caso b) del 3-nodo:



3

## 3.5. Árboles Rojos-Negros

### OPERACIONES BÁSICAS

✦ Operaciones básicas:

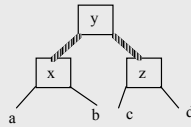
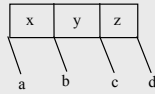
- Búsqueda (similar a los árboles binarios de búsqueda. Los colores de los hijos no se usan)
- Inserción (se utilizarán las transformaciones de los 4-nodos descritas para los árboles 2-3-4)
- Borrado (no se estudiará)

4

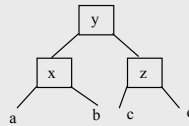
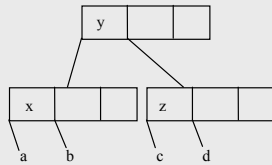
### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (I)

✚ Es la raíz de un árbol



✚ Resultado



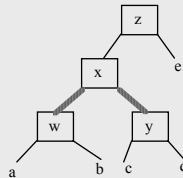
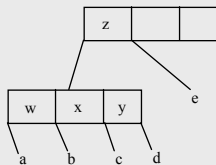
Cambio de color a negro

5

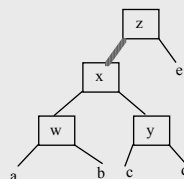
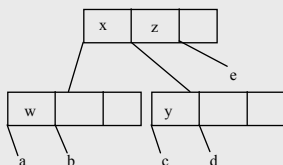
### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (II)

✚ Su padre es un 2-nodo



✚ Resultado



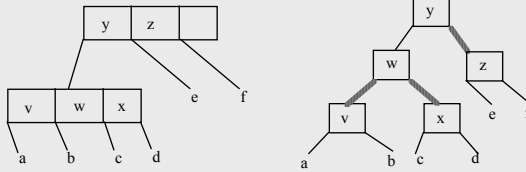
Cambio de color:  
padre a rojo  
hijos a negros

6

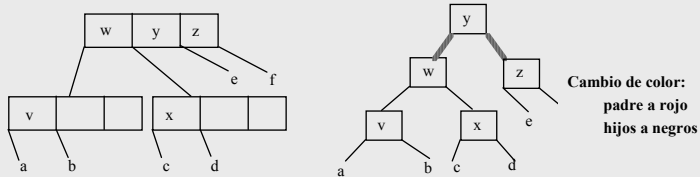
### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (III)

✚ Su padre es un 3-nodo



✚ Resultado



7

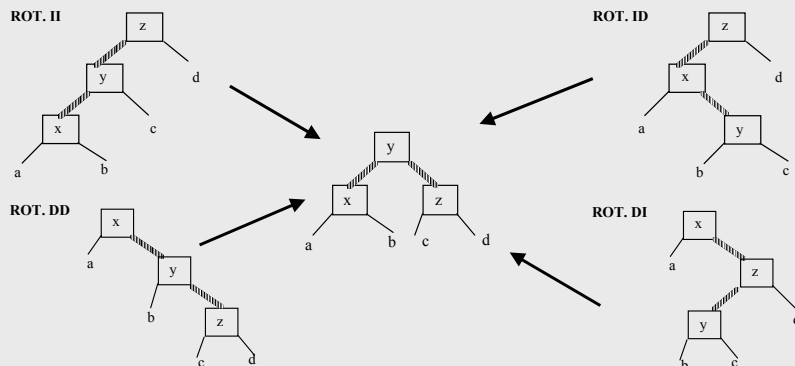
### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (IV)

✚ Transformación de 4-nodo:

■ Cambiar los hijos de rojos a negros. Cambiar enlace con el padre de negro a rojo

✚ Si hay 2 enlaces rojos seguidos: ROTACIONES (no hay ningún cambio de color)



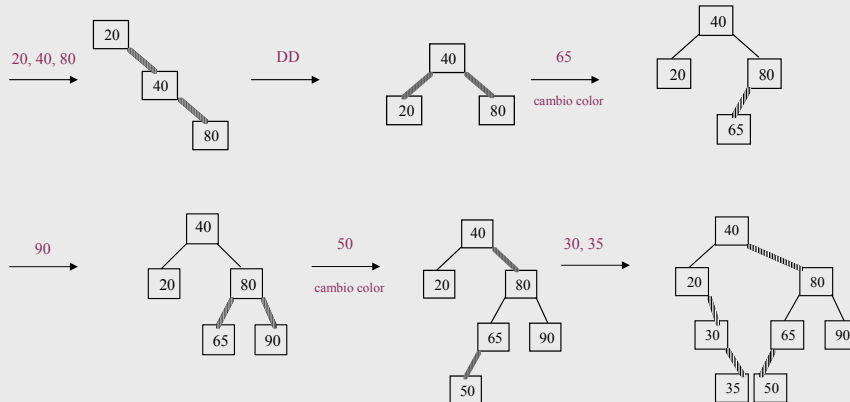
✚ Inserción: como máximo  $\log n$  rotaciones y  $\log n$  cambios de color

8

### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN. EJEMPLO (V)

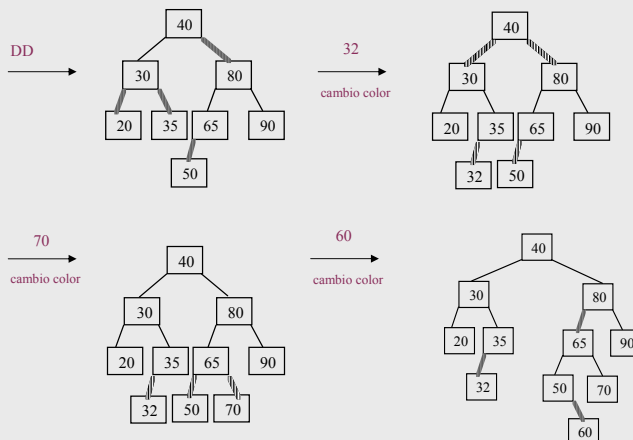
✳ **Ejemplo.** Insertar en un árbol Rojo-Negro inicialmente vacío los siguiente ítems 20, 40, 80, 65, 90, 50, 30, 35, 32, 70 y 60



9

### 3.5. Árboles Rojos-Negros

#### OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN. EJEMPLO (VI)



10

## 3.5. Árboles Rojos-Negros

### EJERCICIOS *inserción*

- 1) Insertar en el árbol Rojo-Negro obtenido en el ejemplo anterior los siguiente ítems  
68, 77 y 75